

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

PAT-NO: JP406097604A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06097604 A  
TITLE: DISTRIBUTED REFLECTION TYPE SEMICONDUCTOR LASER  
PUBN-DATE: April 8, 1994

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
MORI, HIROSHI  
KAMEDA, TOSHIHIRO  
NAGAI, HARUO

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
ANRITSU CORP N/A

APPL-NO: JP04272289  
APPL-DATE: September 16, 1992

INT-CL (IPC): H01S003/18, H01S003/103  
US-CL-CURRENT: 372/43

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a distributed reflection type semiconductor laser which is used as the light source of coherent light transmission system or the like, and provided with single mode characteristics in a wider band region, such as high controllability of oscillation wavelength, constriction of spectrum line width, and suppression of fluctuation.

CONSTITUTION: A heating means 9 for heating a DBR region 13 has the structure wherein the resistance of the central part is made small as compared with the end portion, and both end portions of the DBR region are more heated as compared with the central part. As the result, the heat generation of the central part of the heating means 9 can be restrained, and the temperature of the DBR region 13 becomes uniform.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-97604

(43)公開日 平成6年(1994)4月8日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 S 3/18  
3/103

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-272289

(22)出願日 平成4年(1992)9月16日

(71)出願人 000000572

アンリツ株式会社

東京都港区南麻布5丁目10番27号

(72)発明者 森 浩

東京都港区南麻布五丁目10番27号 アンリ  
ツ株式会社内

(72)発明者 亀田 俊弘

東京都港区南麻布五丁目10番27号 アンリ  
ツ株式会社内

(72)発明者 永井 治男

東京都港区南麻布五丁目10番27号 アンリ  
ツ株式会社内

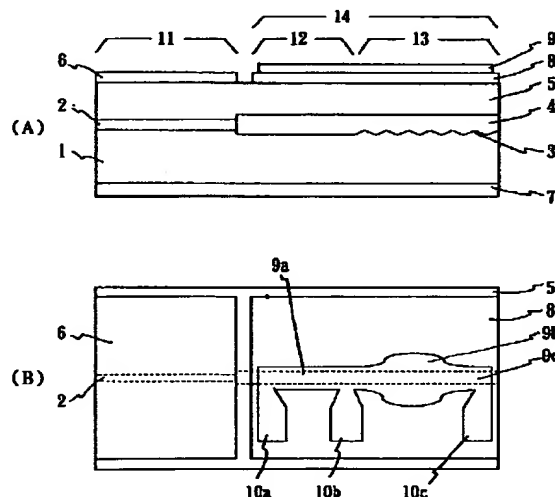
(74)代理人 弁理士 小池 龍太郎

(54)【発明の名称】 分布反射型半導体レーザ

(57)【要約】

【目的】コヒーレント光伝送方式等の使用する、発振波長の高制御性、スペクトル線幅のより狭窄化、ゆらぎの抑圧等、より広帯域での単一モード特性を備えた分布反射型半導体レーザを提供する。

【構成】DBR領域13を加熱する加熱手段9を、中央部の抵抗を端部に比べて小さくし、DBR領域の両端部を中央部に比べてより加熱する構造とした。その結果、加熱手段9の中央部の発熱を抑えることができ、DBR領域13の温度が一様となった。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板(1)上に、発光領域(11)と、位相制御領域(12)と、DBR領域(13)とがレーザ共振軸方向につらなって形成されている分布反射型半導体レーザにおいて、前記位相制御領域の上部に形成され位相制御領域を加熱するための第1の加熱手段(9a)と、前記DBR領域の上部に形成され、中央部の抵抗を両端部より小さくした第2の加熱手段(9b、9c)とを備え、前記DBR領域の両端部を中央部より高温で加熱することを特徴とする分布反射型半導体レーザ。

【請求項2】 半導体基板(1)上に、発光領域(11)と、位相制御領域(12)と、DBR領域(13)とがレーザ共振軸方向につらなって形成されている分布反射型半導体レーザにおいて、前記位相制御領域と前記DBR領域の両側の結晶層の一部を除去することにより溝(15)を形成し、DBR領域の中央部に位置する溝の幅をDBR領域の両端部に位置する幅より小さくし、DBR領域の中央部を両端部より放熱効率を上げることを特徴とする分布反射型半導体レーザ。

【請求項3】 半導体基板(1)上に、発光領域(11)と、位相制御領域(12)と、DBR領域(13)とがレーザ共振軸方向につらなって形成されている分布反射型半導体レーザにおいて、前記位相制御領域と前記DBR領域の両側の結晶層の一部を除去することにより位相制御領域とDBR領域を含むメサストライプ(16)を形成し、DBR領域の中央部に位置するメサの幅をDBR領域の両端部に位置する幅より大きくし、DBR領域の中央部を両端部より放熱効率を上げることを特徴とする分布反射型半導体レーザ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、コヒーレント光伝送および光計測の光源として有用である単一モード発振で波長可変な分布反射型半導体レーザに関する。

## 【0002】

【従来技術】近年の情報量の多量化に伴い、光による情報伝達の手段として光を周波数として扱ったコヒーレント光伝送方式が開発されつつあり、その方式の一つとして光ヘテロダイン方式が有望視されている。この方式によれば送信側の信号光と受信側の局発光を同調させた時に得られる干渉信号を情報信号として取り扱うため、一本のファイバ上で周波数の異なった複数の信号光を同時に送信することができることになる。これを実現するには使用する光源の性能が重要となる。要求される性能としては、狭い周波数帯により多くの情報をのせるためスペクトル線幅はより狭くすること、チャンネルの設定数を多くするために波長可変幅をより広くすること、正確

2

な信号を得るために光出力はより大きいこと、信号光にはAM信号およびFM信号が印加できること、局発光には信号光に同調できる程度に高速な波長シフトが可能であること等があげられる。

【0003】単一波長にて発振する半導体レーザとしては、発光領域と回折格子を含む反射器とで構成された分布反射型(DBR:Distributed Bragg Reflector)レーザと、発光部に回折格子を備えた分布帰還型(DFB:Distributed Feedback)レーザがある。これらのレーザは回折格子のピッチの長さとその導波路の屈折率によって発振波長が決まることになり、その物理量を変えられれば発振波長を変えることができる。

【0004】(従来技術1)実用性が高いという点から、屈折率を変えることによって波長を変化させる波長可変半導体レーザが試みられ、図6に示すような3電極型の分布反射型半導体レーザが開発された。この3電極型の分布反射型半導体レーザは、発光領域11と、位相制御領域12とガイド層の下に回折格子3を有するDBR領域13(以下、位相制御領域12とDBR領域13とを合わせて波長制御領域14という。)とがそれぞれ独立した電極6、18、15を有している。発光領域11の活性層2に電流を注入することでレーザ発振させ、位相制御領域12とDBR領域13のガイド層4に電流を注入してキャリア密度を増やし、プラズマ効果によって導波路の屈折率を変えることで波長をシフトさせる。これにより数mW以上の光出力で数nm以上の波長を可変することを実現した。しかし、このプラズマ効果を用いて屈折率を変える方法は、キャリア密度のゆらぎが生じる結果、屈折率が不安定となり、スペクトル線幅の大きな劣化を伴うという問題点がある。また、導波路のキャリア密度を上げるため、損失が増大し、しきい値の上昇および量子効率の低下が生じてしまう。

【0005】(従来技術2)それに対して、温度により屈折率を変え、波長を可変する方法が提示された(特開平4-72783号公報)。特に、温度によって屈折率を変化させる場合の欠点である応答速度の遅いという点は、活性層の近傍に設けた薄膜抵抗を加熱手段として利用することにより改善されている。この方法はスペクトル線幅の大きな劣化が生じない。図7に示すのは、分布帰還型の半導体レーザの上部に薄膜抵抗を実装した構造であり、(A)は断面図、(B)は上面図である。この加熱型の波長可変半導体レーザは、活性層2の直下にバッファ層17を介して回折格子3がある。この構造では、電流を注入するための電極6の上に、絶縁膜8を介して加熱用電極10a、10bを有する薄膜抵抗からなる加熱手段9が設けられている。この加熱型の波長可変半導体レーザの導波路の屈折率は薄膜抵抗で発生するジュール熱によって変化し、スペクトル線幅の大きな劣化を生じることなく約4nmの波長可変を達成した。

【0006】しかし、約4nmの波長シフトを得るには回折格子3を備えた導波路に約40度の温度上昇を与えることが必要である。この構造では、回折格子3が活性層2の下部にあり、結果として活性層が高温にさらされるという問題がある。ストレス試験の結果から判断すると、半導体レーザの室温動作での寿命が約10万時間であるとする、波長を約4nmシフトさせた状態では1万時間(10分の1)以下に寿命が短縮してしまうことになる。また、活性層2を加熱すると、発振しきい値が上昇してしまう。

【0007】

【本発明が解決しようとする課題】(従来の技術2の解決手段)そのため、素子の寿命を短縮せず、かつ、キャリア密度の増大による大きな損失を発生することなく発振しきい値の上昇が抑制可能な、温度によって波長を変化させる手段が考えられる。同一出願人により、図8に示す活性層2を含む発光領域11が、位相制御領域12と回折格子を含むDBR領域13、すなわち、波長制御領域14から熱的に独立した分布反射型半導体レーザを出願した(特願平4-182981号)。しかし、この構成でも図9に示すように、DBR領域の温度が全域に渡って一様とならない。そのため、特願平4-182981号の発明は、発振波長の高制御性、スペクトル線幅のより狭窄化、ゆらぎの抑圧等、より広帯域での単一モード特性が必要な分野には使用できなかった。本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、DBR領域の温度が全域に渡って一様となる分布反射型半導体レーザを提供することを課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため本発明の分布反射型半導体レーザにおいては、DBR領域を加熱する加熱手段を、DBR領域の両端部を中央部に比べてより加熱する構造とした。具体的に請求項1は、中央部の抵抗を小さく、あるいは両端部の抵抗を大きくした加熱手段を備えたものである。また、請求項2、および請求項3は、ガイド層のわきをエッチングで除去し、かつその除去を部分的に加熱効果を変えるように形成した。

【0009】

【作用】このように構成された分布反射型半導体レーザによれば活性層2とガイド層4とを光の共振方向で直結させてあり、そのガイド層4の一部に回折格子3を備え、薄いクラッド層5を挟んで素子の上面に、中央部の抵抗率の小さい薄膜抵抗を加熱手段9として形成してある。この構造を採用したことにより、ガイド層4に数10度の温度を与えても活性層には熱の影響がない。また、加熱手段9の中央部の発熱を抑えることができ、DBR領域の温度が一様となった。同様に、請求項2、請求項3も同様に、加熱手段の形状が一様であっても、DBR領域の温度が一様となった。

【0010】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面を用いて説明する。

(第1の実施例)図1(A)は導波路にそって切断した断面図、(B)は素子の上面図である。第1の実施例の分布反射型半導体レーザは、以下の手順により作製される。まず、p形InPの基板1上に1.55μm帯InGaAsPからなる活性層2を成長する。

【0011】次に、発光領域11となる部分以外の活性層2をエッチングにより除去し、DBR領域13に1.55μmの波長の光をブラッグ反射させる2420オングストロームのピッチの回折格子3を形成し、発光領域11となる部分以外、すなわち位相制御領域12及びDBR領域13に1.3μm帯InGaAsPからなるガイド層4を成長する。

【0012】その後、n形InPのクラッド層5を全面にわたって成長し、横モード制御されるように1.5μmの幅のメサ形の導波路をエッチングを用いて形成し、そのメサ形の導波路の両側にn形InP及びp形InPの電流阻止層(図示せず。)を再成長する。

【0013】最後に、基板1側にはp形電極7を、発光領域11のクラッド層5の上部にはn形の電極6を形成する。また、位相制御領域12とDBR領域13のクラッド層5の上部にはSiO<sub>2</sub>の絶縁膜8を介して加熱用電極10a、10b、10cを有するAuの薄膜抵抗を形成する。この薄膜抵抗が本発明の加熱手段9に相当する。この加熱手段9の形状によると、中央部9bが端部9cより線幅が太いため、単位長さ当たりの抵抗率が小さくなる。つまり、中央部9bの発熱が端部9cの発熱より小さくなる。両端部の放熱、中央部の蓄熱があっても、結果的に、DBR領域の全領域に渡って温度が一様となる。本発明は、第1の実施例の加熱手段9の形状に限定ないことは言うまでもなく、クラッド層5等の放熱効果、DBR領域を加熱する温度、つまり波長可変幅等で適宜構成することができる。さらに、加熱用電極を複数備えれば、加熱用電極からの放熱も均一となり、また、それぞれの電極間の電流を適宜制御することにより、よりDBR領域の全領域に渡って温度が一様とすることができる。

【0014】(第2の実施例)図2(A)は導波路にそって切断した断面図、(B)は素子の上面図である。第2の実施例の分布反射型半導体レーザは、加熱手段9の作製を除き、第1の実施例と同様の手順により作製される。第2の実施例は、薄膜抵抗を作製するマスクを順次、変更する工程を経ることにより、加熱手段9を3次元的に作製したものである。つまり、第1の実施例では、平面上で加熱手段9の抵抗率を小さくする。そのため、場合によっては、加熱手段9の中央部が、加熱すべきDBR領域から外れてしまい、熱効率を下げる結果となる。第2の実施例は、その改善手段である。

【0015】(第3の実施例)第3の実施例の分布反射型半導体レーザは、加熱手段9の作製を除き、第1の実施例と同様の手順により作製される。第3の実施例は、加熱手段9を形成する薄膜抵抗に混入する不純物の量を、中央部と端部と違えることにより、中央部の抵抗率を端部に比べて小さくしている。具体的には、AuにTiを混ぜて合金化する方法が挙げられる。つまり、端部にTiの量を多くし、抵抗率を大きくする。なお、第1の実施例、第2の実施例、第3の実施例をそれぞれ適宜、同時に実施すると、より効果を上げられることはいうまでもない。

【0016】(第4の実施例)第4の実施例は請求項2の実施例であり、図3(A)は導波路にそって切断した断面図、(B)は、素子の上面図である。第4の実施例の分布反射型半導体レーザは、以下の手順により作製される。まず、p形InPの基板1上に1.55 $\mu$ m帯InGaAsPからなる活性層2を成長する。

【0017】次に、発光領域11となる部分以外の活性層2をエッチングにより除去し、DBR領域13に1.55 $\mu$ mの波長の光をブラッグ反射させる2420オングストロームのピッチの回折格子3を形成し、発光領域11となる部分以外、すなわち位相制御領域12及びDBR領域13に1.3 $\mu$ m帯InGaAsPからなるガイド層4を成長する。

【0018】その後、n形InPのクラッド層5を全面にわたって成長し、横モード制御されるように1.5 $\mu$ mの幅のメサ形の導波路をエッチングを用いて形成し、そのメサ形の導波路の両側にn形InP及びp形InPの電流阻止層(図示せず。)を再成長する。位相制御領域12及びDBR領域13の両側にエッチングを用いて溝15を形成する。この場合、溝15と各領域との間隔は10 $\mu$ m程度とする。また、溝15は、DBR領域の中央部の幅は、端部の幅より小さく形成する。

【0019】最後に、基板1側にはp形電極7を、発光領域11のクラッド層5の上にはn形の電極6を形成する。また、位相制御領域12とDBR領域13のクラッド層5の上にはSiO<sub>2</sub>の絶縁膜8を介して加熱用電極10a、10b、10cを有するAuの薄膜抵抗を形成する。この場合、溝15の底を丸くすると、加熱手段9と加熱用電極10a、10b、10cとのパターン形成が容易となる。この結果、加熱手段9の形状が一樣であっても、端部の溝15の幅が中央部の幅より大きいため、放熱が少ない(発熱効率が良い)。つまり、中央部の蓄熱があっても、結果的に、DBR領域の全領域に渡って温度が一樣となる。また、両端部の熱効率が良いため、消費電力を減らすことができる。

【0020】(第5の実施例)第5の実施例は請求項3の実施例であり、図4(A)は導波路にそって切断した断面図、図3(B)は素子の斜視図を示す。第5の実施例の分布反射型半導体レーザは、第4の実施例と溝15

の形状を除いて同様である。位相制御領域12及びDBR領域13の両側の結晶層を一部エッチングにより除去し、位相制御領域12及びDBR領域13を含んだメサストライプを形成する。この場合、溝15に相当する部分を除いた、メサ(16)は、DBR領域の中央部の幅は、端部の幅より大きく形成する。最後に、基板1側にはp形電極7を、発光領域11のクラッド層5の上にはn形の電極6を形成する。また、位相制御領域12とDBR領域13のクラッド層5の上にはSiO<sub>2</sub>の絶縁膜8を介して加熱用電極10a、10b、10cを有するAuの薄膜抵抗を形成する。この加熱手段9の形状が一樣であっても、メサ(16)の端部の幅が中央部の幅より小さいため、放熱が少ない(発熱効率が良い)。つまり、中央部の蓄熱があっても、結果的に、DBR領域の全領域に渡って温度が一樣となる。また、両端部の熱効率が良いため、消費電力を減らすことができる。なお、請求項1と、請求項2または請求項3の発明を適宜、同時に実施することにより、より効果を上げられることはいうまでもない。

【0021】(有限要素法による熱解析)さらに、本発明の第1の実施例をモデルに、有限要素法を用いて熱解析を行った。図5は加熱手段により加熱した場合における活性層2及びガイド層4の温度変化を示す図である。幅400 $\mu$ m、長さ850 $\mu$ m、厚さ100 $\mu$ mの波長可変半導体レーザを用いて説明する。この素子において、各領域の長さは、発光領域300 $\mu$ m、位相制御領域250 $\mu$ m、DBR領域300 $\mu$ mである。そして、それぞれの領域の上面中央から2 $\mu$ m下方に活性層及びガイド層が位置する。InP層の熱伝導率は0.68W/cm/ $^{\circ}$ C、InGaAsP層の熱伝導率は0.03W/cm/ $^{\circ}$ C、SiO<sub>2</sub>膜の熱伝導率は0.001W/cm/ $^{\circ}$ Cである。位相制御領域12のガイド層4の真上で、かつ、素子の上面のガイド層4に沿った場所に幅15 $\mu$ m、長さ200 $\mu$ mの薄膜抵抗を設け、また、DBR領域13のガイド層の真上で、かつ、素子上面のガイド層4に沿った場所に、幅15 $\mu$ m、長さ250 $\mu$ mの薄膜抵抗を設けた。このとき、基板側は、ヒートシンクにボンディングされており、ペルチェ素子にて熱を十分吸収できるので、常に25度に保たれる。

【0022】以上の条件で行ったシミュレーションの結果、DBR層13の温度分布は図5に示すように一樣となった。また、この図から判断して、加熱手段9たる薄膜抵抗と活性層上面との距離を約50 $\mu$ m以上離せば、熱の影響はほとんどなく、発光領域11は波長制御領域14と熱的に独立しているといえる。

【0023】この実施例では、1~2Wの電力を与えて、加熱手段9によりガイド層4を加熱することにより、光出力を10mWで維持させながら、スペクトル線幅は2~5MHzの範囲に収めつつ、位相連続にて5nm、モードジャンプをさせて10nmの波長シフトがで

きた。

【0024】

【本発明の効果】以上説明したように本発明の分布反射型半導体レーザによれば、波長制御領域にのみ加熱し、発光領域に対して加熱するこく、熱を遮断する構造を採用した。したがって、素子の寿命を維持し、しきい値電流の上昇を抑えながら、発光効率を低下することなく、広帯域にわたる波長可変と、スペクトル線幅の狭窄が図れる。さらに、DBR領域の温度分布の一様化によって、単一モード発振帯域のより広域化を実現することが

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施例を示す断面図、及び上面図である。

【図2】 本発明の第2の実施例を示す断面図、及び上面図である。

【図3】 本発明の第4の実施例を示す断面図、及び上面図である。

【図4】 本発明の第5の実施例を示す断面図、及び斜視図である。

【図5】 本発明の第1の実施例の素子において加熱手段により加熱した場合における活性層及びガイド層の温度変化を示す図である。

【図6】 従来の技術1に示す3電極型の分布反射型レーザの図である。

【図7】 従来の技術2に示す加熱型波長可変レーザの

断面図、及び上面図である。

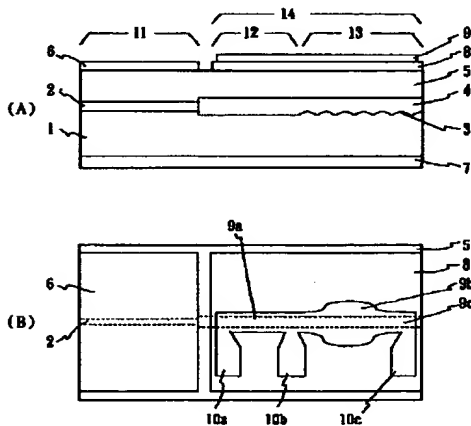
【図8】 従来の技術2を解決する3電極型の分布反射型レーザの図である。

【図9】 図8の加熱手段により加熱した場合における活性層及びガイド層の温度変化を示す図である。

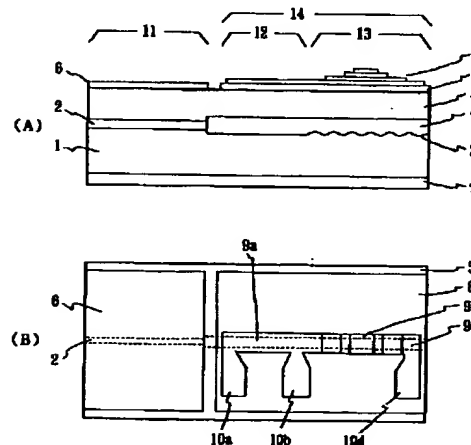
【符号の説明】

- 1 基板。
- 2 活性層。
- 3 回折格子。
- 4 ガイド層。
- 5 クラッド層。
- 6 電極。
- 7 電極。
- 8 絶縁膜。
- 9 加熱手段。
- 10a 加熱用電極。
- 10b 加熱用電極。
- 10c 加熱用電極。
- 11 発光領域。
- 12 位相制御領域。
- 13 DBR領域。
- 14 波長制御領域。
- 15 溝。
- 16 メサ。
- 17 バッファ層。

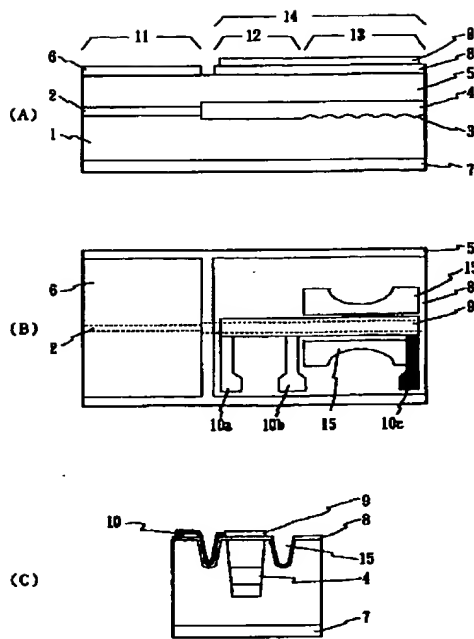
【図1】



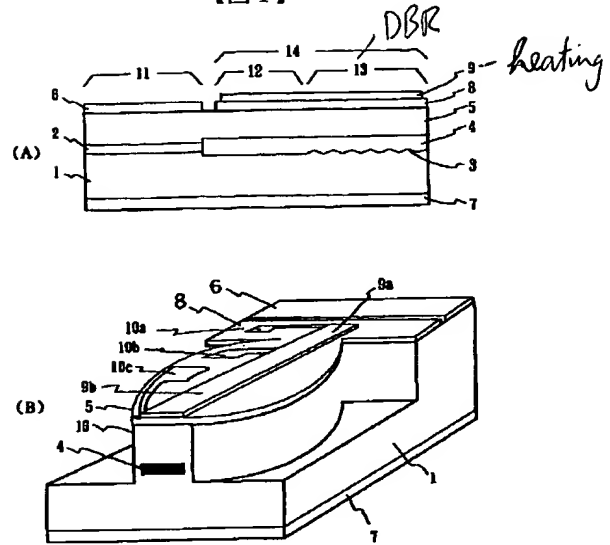
【図2】



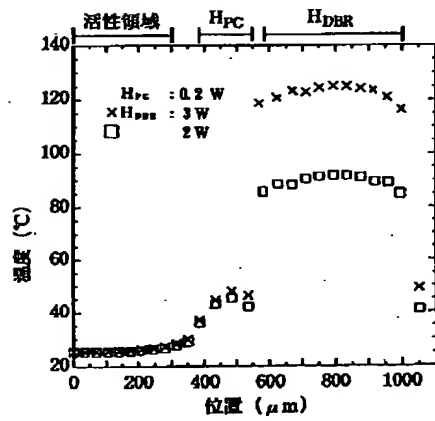
【図3】



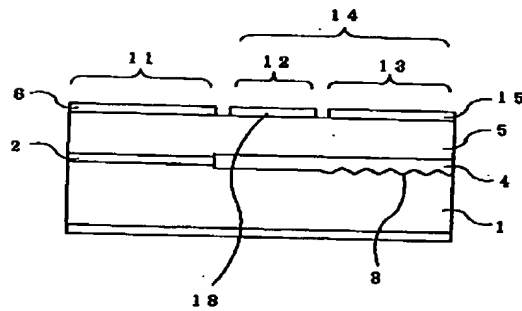
【図4】



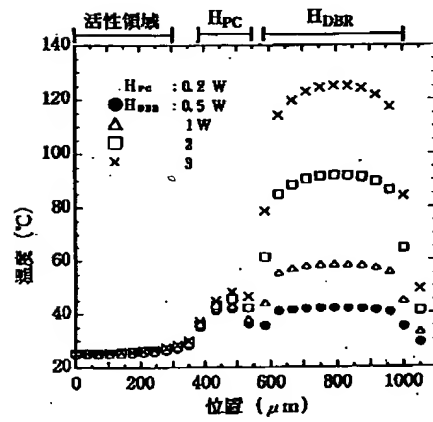
【図5】



【図6】

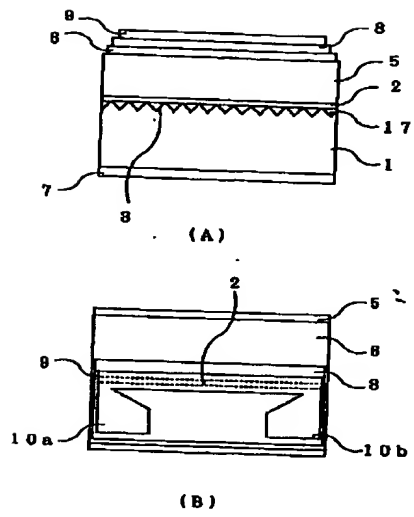


【図9】





【図7】



【図8】

